

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 60 434.7

Anmeldetag: 21. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg/DE

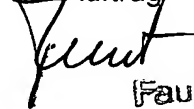
Bezeichnung: Längenmessung mit Radar

IPC: G 01 S 13/93

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag


Faust

Längenmessung mit Radar

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Länge von Objekten des Straßenverkehrs, insbesondere von PKW, LKW, Bussen, Krafträdern, Fahrrädern und Fußgängern, bei dem von einem Fahrzeug Radarsignale ausgesendet werden, bei dem die Radarsignale von einem zu messenden Objekt reflektiert werden, bei dem die reflektierten Radarsignale im Fahrzeug empfangen werden, bei dem die Frequenzspektren der reflektierten Radarsignale ausgewertet werden, und bei dem die in den Frequenzspektren enthaltenen Reflexionsspitzen ermittelt werden.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Bestimmung der Länge eines Objektes des Straßenverkehrs, mit einem Radarsignale aussendenden und empfangenden Radarsensor, mit einer ein Frequenzspektrum der empfangenen Radarsignale ermittelnden Frequenzanalyseeinrichtung, und mit einer in dem Frequenzspektrum enthaltene Reflexionsspitzen ermittelnden Detektionseinrichtung.

Heutige Fahrerassistenzsysteme arbeiten häufig mit Radarsensoren. Diese Radarsensoren werden heutzutage für Entfernungsmessungen sowie zur Bestimmung von Relativgeschwindigkeiten von beobachteten Objekten eingesetzt. Auch kann mit herkömmlichen Radarsensoren der Azimutwinkel, unter dem ein Objekt beobachtet wird, bestimmt werden.

In der Druckschrift „Zum optimierten Sendesignalentswurf für Automobilradare“, M.-M. Meinecke, Shaker Verlag 2001, ISBN 3-8265-9223-9 werden aktuelle und zukünftige Komfort- und Sicherheitssysteme für Automobile beschrieben. Des weiteren werden verschiedene Radar-Sensortechniken mit ihren Eigenschaften dargestellt.

Häufig kommen linear frequenzmodulierte Dauerstrichradarsensoren (Linear Frequenz Modulated Continuous Wave, LFM CW-Sensoren) zum Einsatz, deren prinzipieller Aufbau in Figur 4 aufgezeigt wird. Mit Hilfe dieser Sensoren lassen sich sehr präzise Entfernungen bestimmen. Ein solcher LFM CW-Radarsensor ist durch seine Entfernungsauflösung ΔR , seine maximale Reichweite R_{\max} und die Geschwindigkeiten

$v_{\text{rel,min}}$ bis $v_{\text{rel,max}}$ gekennzeichnet. Die für die Sensoren relevanten Beziehungen der Radarparameter zu dem Sendesignal sind gegeben durch:

$$\Delta R = \frac{c}{2f_{\text{Hub,Radar}}},$$

$$\Delta v = \frac{\lambda}{2T_{\text{Chirp,Radar}}}$$

wobei das Radarsignal aus einer Sequenz von linearen Chirps (linear frequenzmodulierte Sendesignale) mit unterschiedlichen Steigungen bestehen kann. Darüber hinaus wird das Radarsignal mit einem bestimmten Frequenzhub moduliert. Die Steigung m_i eines einzelnen Chirps i wird definiert durch

$$m_i = \frac{f_{\text{Hub,Chirp}}}{f_{\text{Hub,Radar}}}$$

Die Radarchirps werden von beobachteten Objekten reflektiert. Die reflektierten Radarchirps stellen sich im Empfänger im Frequenzspektrum, beispielsweise bei einer FFT-Analyse, als Frequenzspitzen (Peaks) dar. Dabei spezifiziert die Position des Peaks die Zielkoordinaten in Entfernung bzw. Geschwindigkeit des beobachteten Objekts:

In Figur 1 ist exemplarisch ein Frequenzspektrum eines typischen Punktziels dargestellt. In diesem Beispiel befindet sich ein Objekt in einer Entfernung von $R=100\text{m}$ und hat eine Relativgeschwindigkeit von $v=20\text{ m/s}$. Bei einem Modulationshub von $f_{\text{Hub,Radar}}=150\text{ MHz}$ und einer Messzeit von $T_{\text{Chirp,Radar}}=2,5\text{ ms}$ ergibt sich das in Figur 1a gezeigte Spektrum für einen Upchirp (linear frequenzhochmoduliertes Sendesignal) und in Figur 1b für einen Downchirp. Wie aus den Figuren zu erkennen ist, befinden sich die Frequenzspitzen 1 bei den Frequenzen $\kappa_1=185$ (Figur 1a) und $\kappa_2=129$ (Figur 1b).

Die Information eines einzelnen Chirps ist mehrdeutig und schränkt die Zielkoordinaten desjenigen Ziels lediglich bezüglich der Freiheitsgrade ein und es gilt

$$v_{\text{rel},j} = \frac{-\Delta v}{\Delta R} * m_1 * R_j + \Delta v * \kappa_1$$

wobei m_1 die normierte Steigerung des Chirps 1 darstellt und κ_1 (Kappa) die im Spektrum 1 (siehe Figur 1a) zugehörige gemessene normierte Frequenz ist.

Um die Mehrdeutigkeit aufzuheben, können beispielsweise mehrere Chirps unterschiedlicher Steigung genutzt werden, um eine eindeutige Messung im Schnittpunkt ihrer Geraden zu erreichen.

Die Berechnung der Schnittpunkte im Entfernungs-Relativgeschwindigkeitsdiagramm (R- v_{rel} -Diagramm) erfolgt durch die Berechnung aller idealer Kreuzpunkte aller Geraden aus den Up- und Downchirps aus allen gefundenen Frequenzpositionen κ_1 (zugehörige gemessene normierte Frequenz aus Spektrum 1 von Chirp 1) und κ_2 (zugehörige gemessene normierte Frequenz aus Spektrum 2 von Chirp 2) nach der Beziehung:

$$R_i = \Delta R \frac{\kappa_2 - \kappa_1}{m_1 - m_2},$$

$$v_{\text{rel},i} = \Delta v \frac{m_1 \kappa_2 - m_2 \kappa_1}{m_1 - m_2}$$

Auch ist es möglich, dass zur Verbesserung der Ergebnisse weitere lineare Chirps ausgewertet werden. Weiterhin ist es möglich, Messungen beispielsweise nach dem Linear Frequency Modulated Shift Keying (LFMSK-Verfahren, siehe „Zum optimierten Sendesignalentwurf für Automobilradare“, M.-M. Meinecke) oder dem Frequency Shift Keying FSK-Verfahren oder nach Pulsradartechniken durchzuführen. Auch andere Verfahren sind denkbar.

Bei den beschriebenen Verfahren ist aber lediglich eine Bestimmung der Entfernung und der Relativgeschwindigkeit zwischen Messfahrzeug und zu messendem Objekt möglich. Es kann jedoch ebenfalls erforderlich sein, die Größe, d.h. auch die Länge eines beobachteten Objektes zu kennen. Daher liegt der vorliegenden Erfindung das technische Problem zugrunde, eine Längenmessung mit Hilfe bekannter Radarsensoren aus einem Fahrzeug heraus zu ermöglichen.

Dieses zuvor hergeleitete technische Problem wird erfindungsgemäß derart gelöst, dass die Breite der Reflexionsspitzen ermittelt wird, und dass mit Hilfe der ermittelten Breite die Länge des zu messenden Objektes bestimmt wird.

Bei einem länglich ausgedehnten Objekt weisen die reflektierten Radarsignale Subreflektionszonen auf, die nach der Art eines Plateaus ausgedehnt sind. Die Aufweitung des Spektrums eines Radar-Chirps erlaubt Rückschlüsse auf die Länge eines beobachteten Objektes, wobei die Auswertung der Aufweitung des Spektrums erfindungsgemäß vorgeschlagen wird. Fahrzeuge und andere räumlich ausgedehnte Objekte zeigen sich im Radarspektrum nicht mehr als isolierte Peaks, wie dies bei Punktzielen der Fall ist, sondern als mehr oder weniger weit ausgedehnte Plateaus. Durch Auswertung dieser Plateaus ist es erstmalig möglich, auch die Länge eines beobachteten Objektes aus einem bewegten Fahrzeug heraus bestimmen zu können, wobei sich das beobachtete Objekt ebenfalls bewegen darf.

Eine gute Auswertung der reflektierten Radarempfangssignale ergibt sich, wenn vom Fahrzeug ein Radar-Chirp als Radarsendesignal ausgesendet wird. Analog können bei Pulsradartechniken Längenmessungen durch Auswertung der Entfernungstore (feste Entfernungsraster, range gate) vorgenommen werden.

Da die Breite des Plateaus proportional zu der radialen Ausdehnung des Objektes ist, wird vorgeschlagen, dass die Länge L des zu messenden Objektes aus der Entfernungsauflösung ΔR des Radar-Chirps und der Breite der Reflexionsspitze $\Delta \kappa$ nach der Formel $L = \Delta R \cdot \Delta \kappa$ ermittelt wird. Diese Beziehung erlaubt eine einfache und schnelle Berechnung der radialen, also länglichen Ausdehnung vom Beobachtungsort des beobachteten Objektes und eignet sich daher sehr gut für eine kostengünstige Implementierung in ein Kfz-Radarsystem. Dies gilt sinngemäß für Pulsradartechniken, wobei sich die Längenberechnung in diesem Fall nach der Formel $L = \Delta R \cdot N$ ergibt. Die Anzahl der zusammenhängenden Entfernungstore, in denen eine Detektion erfolgt ist, wird hier mit N bezeichnet. Zur Präzisierung der Längenmessung können dabei zusätzlich Schätzalgorithmen zum Einsatz kommen, welche beispielsweise den Objektanfang und/oder das Objektende genauer feststellen.

Das empfangene Radar-Spektrum weist ein Grundrauschen auf. Dieses Grundrauschen soll bei der Bestimmung der Länge eines Objektes selbstverständlich keinen Einfluss haben. Um das Grundrauschen, welches nur eine sehr geringe Intensität hat, auszuschalten, wird vorgeschlagen, dass die Breite der Reflektionsspitzen bei einer bestimmten Amplitude bestimmt wird. Das hat zur Folge, dass nur Spitzen im Spektrum ausgewertet werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit aus einer Reflektion eines Radarchirps resultieren.

Eine komfortable Auswertung, insbesondere mit computerunterstützten Rechenverfahren, wird dadurch gewährleistet, dass die Frequenzspektren der reflektierten Radarsignale mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation ermittelt werden.

Vorteilhaft ist, wenn die Radarsignale mit Hilfe linear frequenzmodulierter Dauerstrichradarsensoren erzeugt werden. Diese Dauerstrichradarsensoren haben den Vorteil, dass sie bereits in großen Mengen verfügbar sind und auch schon in vielen Fahrzeugen eingebaut werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung, die bereits eigenständig auf einer Erfindung beruht, wird vorgeschlagen, dass bei zeitlich schnellen Veränderungen der Lage der Radarspitzen im Frequenzspektrum die Entfernung zwischen den Radarspitzen als Breite einer Reflexionsspitze interpretiert wird und mit Hilfe dieser Breite der Reflexionsspitze die Länge des zu messenden Objektes bestimmt wird. Schnelle Veränderungen der Lage der Radarspitzen, sogenannte Sprünge, treten bei Radarmessungen häufig auf. Es kann aber aufgrund der zeitlichen Veränderung ermittelt werden, ob diese Sprünge auf veränderten Koordinaten eines beobachteten Objektes beruhen, oder nicht. Für den Fall, dass diese Sprünge nicht mehr auf Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind, können die Koordinaten der einzelnen Peaks als Δ -Koordinaten für die Längenbestimmung genutzt werden.

Für sicherheitsrelevante (z. B. Precrash-Anwendungen) oder auch komfortorientierte (z. B. Abstandsregelsysteme) Applikationen im Kfz ist es häufig erforderlich, auch die Masse eines Objektes zu kennen, weshalb vorgeschlagen wird, dass zumindest mit Hilfe der ermittelten Länge des zu messenden Objektes sowie mit jeweils Standardobjektbreiten und/oder mit Standardobjekthöhen die Masse des Objektes geschätzt wird. Eine solche Schätzung kann beispielsweise auch mit Hilfe weiterer Sensorinformation, Objektinterpretation, Hypothesen oder anderen Techniken erfolgen.

In Precrash-Systemen ist es hilfreich, wenn mit Hilfe der ermittelten Masse des Objektes Fahrerassistenzsysteme angesteuert werden. Es ist auch sinnvoll, wenn mit Hilfe der ermittelten Masse des Objektes Insassenschutzeinrichtungen angesteuert werden oder wenn eine Schätzung der Kollisionsschwere vorhergesagt werden kann. Die Masse ist insbesondere bei der Abschätzung der Kollisionsschwere hilfreich, da hierdurch z.B. ein Airbag oder ein Gurtstraffer dosiert ausgelöst werden kann.

Zur Bestimmung von einer realitätstreuen Objektkontur wird vorgeschlagen, dass mit Hilfe eines bildverarbeitenden Kamerasystems und/oder eines konturenvermessenden Lasersensors Objektflächen des zu messenden Objektes ermittelt werden. Damit lassen sich vorliegende Daten verifizieren, verfeinern und/oder besser aufeinander abstimmen und/oder eine wirklichkeitsnähere Interpretation der Verkehrsszene erzielen.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung, mit dessen Hilfe das erfindungsgemäße technische Problem ebenfalls gelöst wird, ist eine Vorrichtung zur Bestimmung der Länge eines Objektes des Straßenverkehrs, insbesondere mit einem vorher beschriebenen Verfahren, dass dadurch gekennzeichnet ist, dass die Detektionseinrichtung zur Ermittlung der Breite der Reflexionsspitzen ausgebildet ist, und dass eine die Länge des zu messenden Objektes zum Teil aus der Breite der Reflexionsspitzen berechnende Längenberechnungseinrichtung vorgesehen ist. Dadurch können beispielsweise Einrichtungen für den Insassenschutz gezielt angesteuert werden, da eine Unfallfolgenabschätzung möglich wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel zeigenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Frequenzspektrum eines Punktziels;

Fig. 2 eine exemplarische erfindungsgemäße Radaranordnung im Einsatz für ein Kraftfahrzeug;

Fig. 3 ein Frequenzspektrum eines ausgedehnten Ziels und

Fig. 4 ein prinzipieller Aufbau eines Sende-/Empfangs-Moduls mit linear frequenzmodulierten Sendesignalen.

In Figur 2 ist eine Radarkeule 8 eines Radarsensors 2 schematisch gezeigt, welcher als Sender und Empfänger ausgebildet ist. Der Radarsensor 2 strahlt, dargestellt in der x-y Ebene, Radarsignale aus. Der Radarsensor 2 ist an einem Fahrzeug 4 angeordnet. Mit Hilfe des Radarsensors 2 wird ein zu beobachtendes Fahrzeug 6 erfasst. Das zu beobachtende Fahrzeug 6 ist in einer Entfernung R vom Fahrzeug 4 entfernt und hat eine radial zum Sensorursprung gemessene Ausdehnung L. Um das zu beobachtende Fahrzeug 6 erfassen zu können, werden Radar-Chirps vom Radarsensor 2 ausgesendet. Die Radar-Chirps werden vom zu beobachtenden Fahrzeug 6 reflektiert

und im Sensor 2 empfangen. Die empfangenen Chirps können im Fahrzeug 2 ausgewertet werden und zur Bestimmung der radialen Ausdehnung L des zu beobachtenden Fahrzeugs 6 genutzt werden.

Die Bestimmung der radialen Ausdehnung wird in Figur 3 näher erläutert. In Figur 3a ist ein Spektrum eines Upchirps dargestellt und in Figur 3b das eines Downchirps. Das Spektrum weist zunächst ein Grundrauschen auf, welches durch die vielen kleinen Spitzen im Verlauf zu erkennen ist. Neben den Spitzen des Grundrauschens weist das Spektrum, wie in Figur 3 zu erkennen ist, einzelne Peaks 10 auf. Diese Peaks 10 liegen über einer vorher bestimmbaren Entscheidungsschwelle 12 (z. B. CFAR-Schwelle Constant False Alarm Rate), die zur Trennung von Zielmeldungen vom Rauschen vorgesehen ist.

Die Peaks 10a, 10b haben eine Breite 14a, 14b, welche mit Hilfe geeigneter Auswertemittel bestimmt werden kann. Diese Breite 14a, 14b der Peaks 10a, 10b kann dazu genutzt werden, die radiale Ausdehnung L des beobachteten Fahrzeugs zu bestimmen. Die Entfernungsauflösung ΔR des Sensors wird bestimmt durch den Frequenzhub eines Chirps. Neben der Entfernungsauflösung ΔR wird die Breite 14a, 14b ($\Delta \kappa$) der Peaks genutzt, um die Länge L des beobachteten Fahrzeugs bestimmen zu können. Die Länge lässt sich durch

$$L = \Delta R * \Delta \kappa$$

bestimmen.

Dadurch, dass nun die Länge eines Fahrzeugs bekannt ist, kann dessen Masse mit weiteren Daten oder Annahmen geschätzt werden und diese dazu genutzt werden, um z.B. Precrash-Systeme anzusteuern oder die erkannten Objektdaten weiteren Fahrerassistenzsystemen über Datenverbindungen zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise kann die Masse eines beobachteten Fahrzeugs geschätzt werden, was ein dosiertes Auslösen eines Gurtstraffers oder eines Airbags erlaubt.

Zur Realisierung eines Radarfrontends kann z. B. das in Figur 4 dargestellte Sende-/Empfangs-Modul 2 eingesetzt werden. Es besteht im Sendezweig 21 (Tx) im wesentlichen aus den zentralen Komponenten eines steuerbaren Oszillators 22 (VCO), eines Zirkulators 23 zur Sende-/Empfangssignaltrennung und den Antennen 24 mit zugehörigen Antennenschaltern. Im Empfangszweig 25 (Rx) befindet sich nach dem

rauscharmen Verstärker 26 ein Quadraturdemodulator 27, der die HF-Signale $e(t)$ ins Basisband 28 zweikanalig mischt. Das Basisbandsignal 28 $m(t)$ ist daher in diesem beispielhaften Aufbau komplex.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Reflexionsspitze
- 2 Radarsensor
- 4 Fahrzeug
- 6 beobachtetes Fahrzeug
- 8 Radarkeule
- 10 Peak
- 12 Entscheidungsschwelle
- 14 Breite eines Peaks
- R Entfernung
- L radiale Ausdehnung
- 21 Sendzweig
- 22 Oszillator
- 23 Zirkulator
- 24 Antenne
- 25 Empfangszweig
- 26 Verstärker
- 27 Quadraturdemodulator
- 28 Basisbandsignal

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung der Länge (L) von Objekten (6) des Straßenverkehrs, insbesondere von PKW, LKW, Bussen, Krafträdern, Fahrrädern und Fußgängern,
 - bei dem von einem Fahrzeug (4) Radarsignale ausgesendet werden,
 - bei dem die Radarsignale von einem zu messenden Objekt (6) reflektiert werden,
 - bei dem die reflektierten Radarsignale im Fahrzeug (4) empfangen werden,
 - bei dem die Frequenzspektren der reflektierten Radarsignale ausgewertet werden, und
 - bei dem die in den Frequenzspektren enthaltenen Reflexionsspitzen (1a, 1b) ermittelt werden,**dadurch gekennzeichnet,**
 - dass die Breite (14a, 14b) der Reflexionsspitzen ermittelt wird, und
 - dass mit Hilfe der ermittelten Breite (14a, 14b) die Länge (L) des zu messenden Objektes (6) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass vom Fahrzeug (4) ein Radar-Chirp bei einem Continuous Wave-Radar (CW-Radar) oder Pulse bei einem Pulsradarmessverfahren oder ein Frequency-Shift-Keying (FSK)-Sendesignal als Radarsendesignal ausgesendet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (L) des zu messenden Objektes (6) aus der Entfernungsauflösung ΔR des Radar-Chirps und der Breite (14a, 14b) der Reflexionsspitze (10a, 10b) $\Delta \kappa$ im wesentlichen nach der Formel $L = \Delta R \cdot \Delta \kappa$ ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite (14a, 14b) der Reflexionsspitzen (10a, 10b) bei einer bestimmten Amplitude bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem CW-Radar die Frequenzspektren der reflektierten Radarsignale mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation ermittelt werden oder dass bei einem Pulsradar die Anzahl der Entfernungstore deren Empfangsleistung über der Entscheidungsschwelle (12) liegen, vermessen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Radarsignale mit Hilfe linear frequenzmodulierter Dauerstrichradarsensoren und/oder von Pulsradarsensoren und/oder von FSK-artig modulierten Sensoren erzeugt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest mit Hilfe der ermittelten Länge (L) des zu messenden Objektes (6) die Masse des Objektes geschätzt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelte Masse des Objektes Fahrerassistenzsystemen bereitgestellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe der ermittelten Masse oder Länge des Objektes in die Fahrdynamik eingegriffen wird oder Schutzeinrichtungen, insbesondere Insassenschutzeinrichtungen oder Fußgängerschutzvorrichtungen angesteuert werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe der ermittelten Masse des Objektes eine geschätzte Kollisionsschwere ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe eines bildverarbeitenden Kamerasystems und/oder eines konturenvermessenden Lasersensors eine Objektkontur des zu messenden Objektes ermittelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelten Objektkonturen zur Verfeinerung, Abstimmung und/oder Verifizierung weiterer Fahrzeugdaten und/oder zu einer wirklichkeitsnäheren Interpretation der Verkehrsszene verwendet werden.

13. Vorrichtung zur Bestimmung der Länge (L) eines Objektes (6) des Straßenverkehrs, insbesondere mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
- mit einem Radarsignale aussendenden und empfangenden Radarsensor (2),
 - mit einer ein Frequenzspektrum der empfangenen Radarsignale ermittelnden Frequenzanalyseeinrichtung, und
 - mit einer in dem Frequenzspektrum enthaltene Reflexionsspitzen (10a, 10b) ermittelnden Detektionseinrichtung,
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass die Detektionseinrichtung zur Ermittlung der Breite (14a, 14b) der Reflexionsspitzen ausgebildet ist, und
 - dass eine die Länge des zu messenden Objektes zum Teil aus der Breite der Reflexionsspitzen berechnende Längenberechnungseinrichtung vorgesehen ist.

1/4

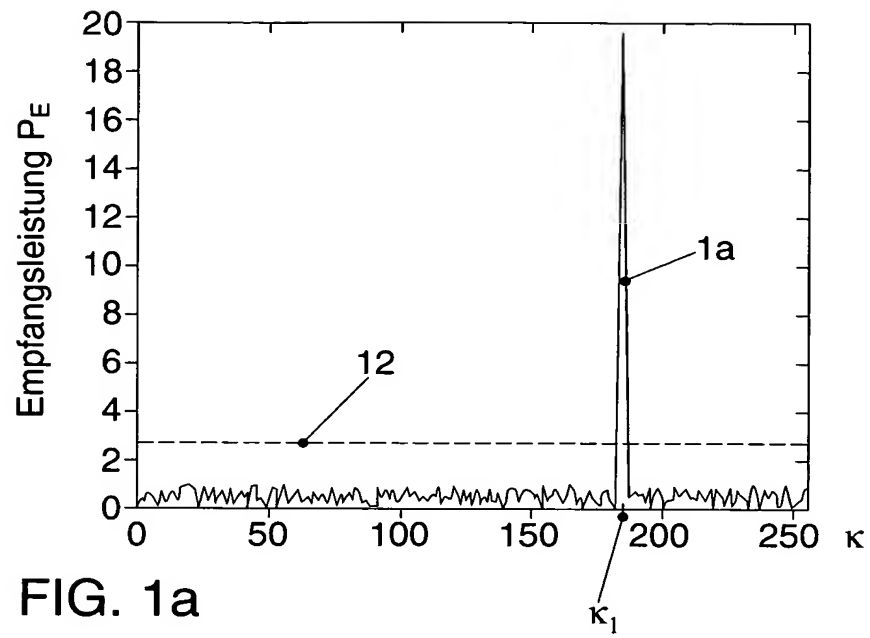


FIG. 1a

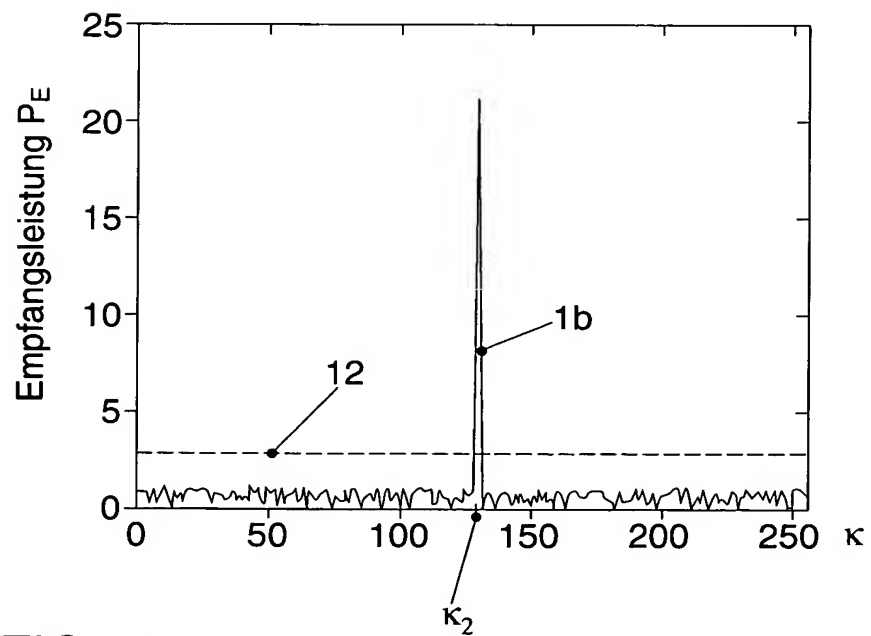


FIG. 1b

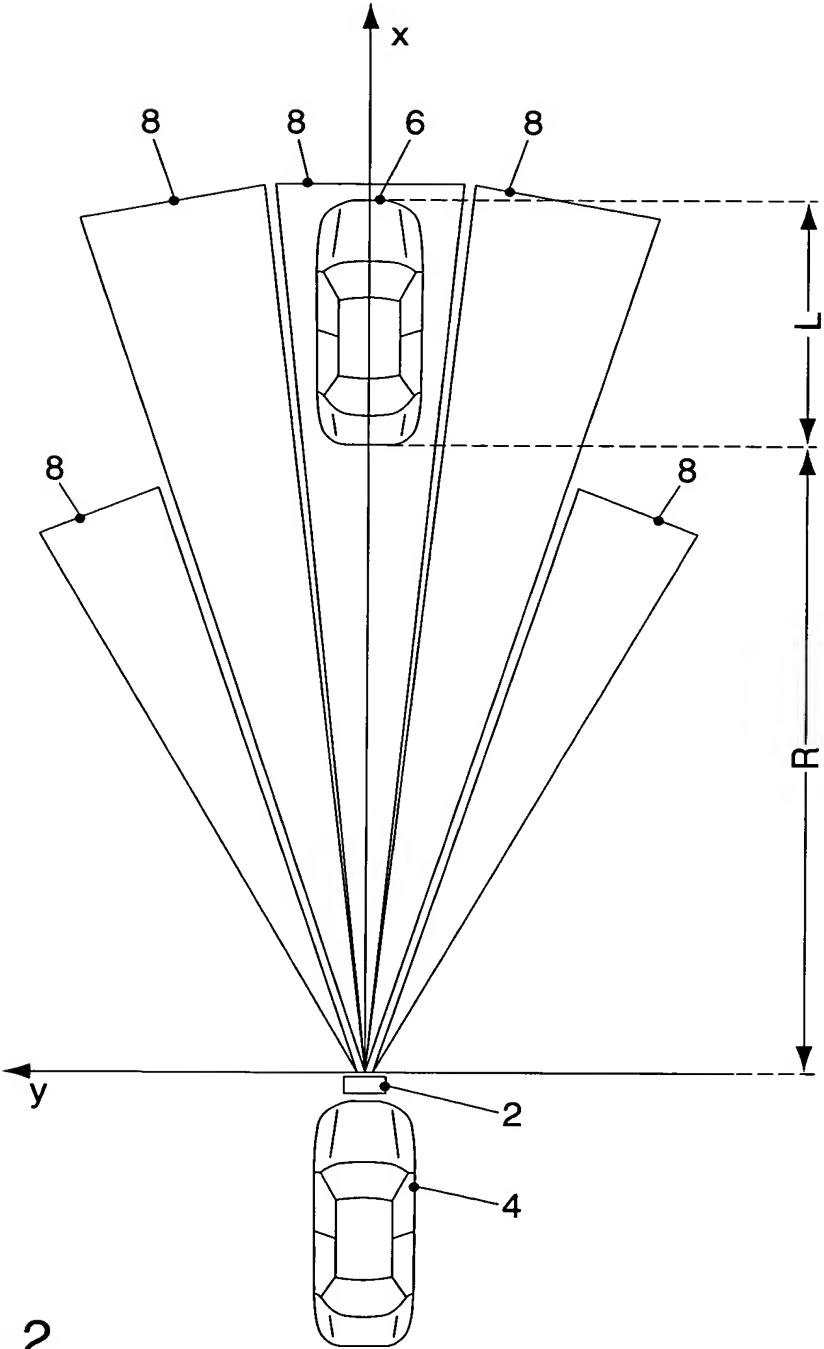


FIG. 2

3/4

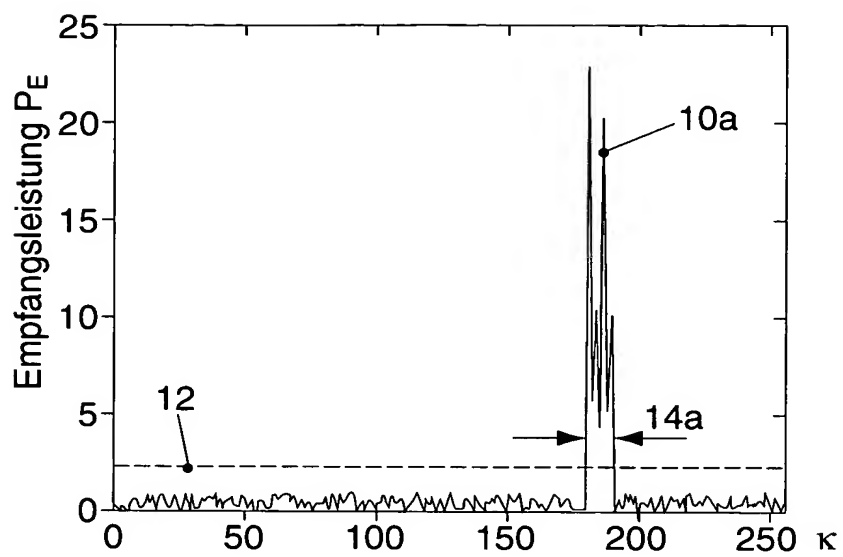


FIG. 3a

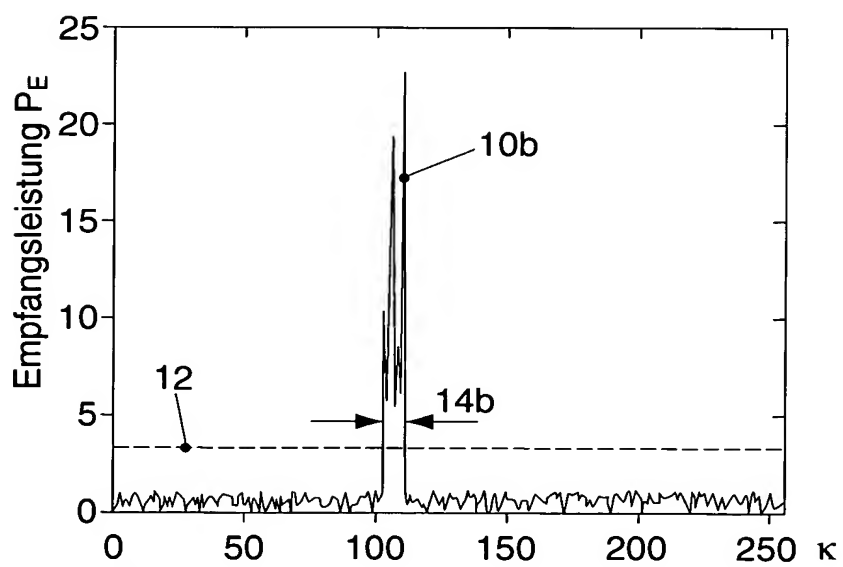


FIG. 3b

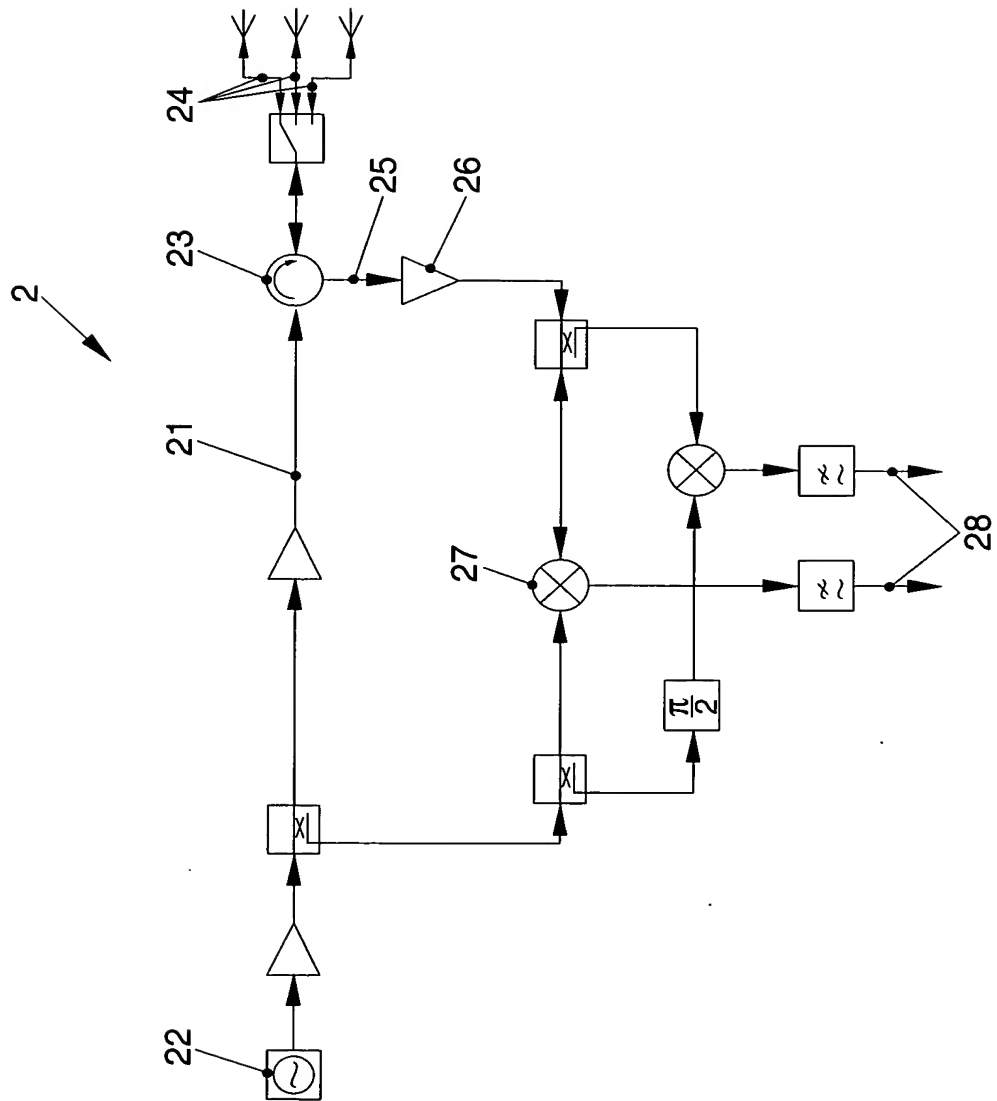



FIG. 4

ZUSAMMENFASSUNG

Längenmessung mit Radar



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Länge von Objekten des Straßenverkehrs, insbesondere von PKW, LKW, Bussen, Krafträdern, Fahrrädern und Fußgängern, bei dem von einem Fahrzeug Radarsignale ausgesendet werden, bei dem die Radarsignale von einem zu messenden Objekt reflektiert werden, bei dem die reflektierten Radarsignale im Fahrzeug empfangen werden, bei dem die Frequenzspektren der reflektierten Radarsignale ausgewertet werden, und bei dem die in den Frequenzspektren enthaltenen Reflexionspitzen ermittelt werden. Eine Längenmessung mit Hilfe bekannter Radarsensoren aus einem Fahrzeug heraus wird dadurch ermöglicht, dass die Breite der Reflexionspitzen ermittelt wird, und dass mit Hilfe der ermittelten Breite die Länge des zu messenden Objektes bestimmt wird.

Fig. 2



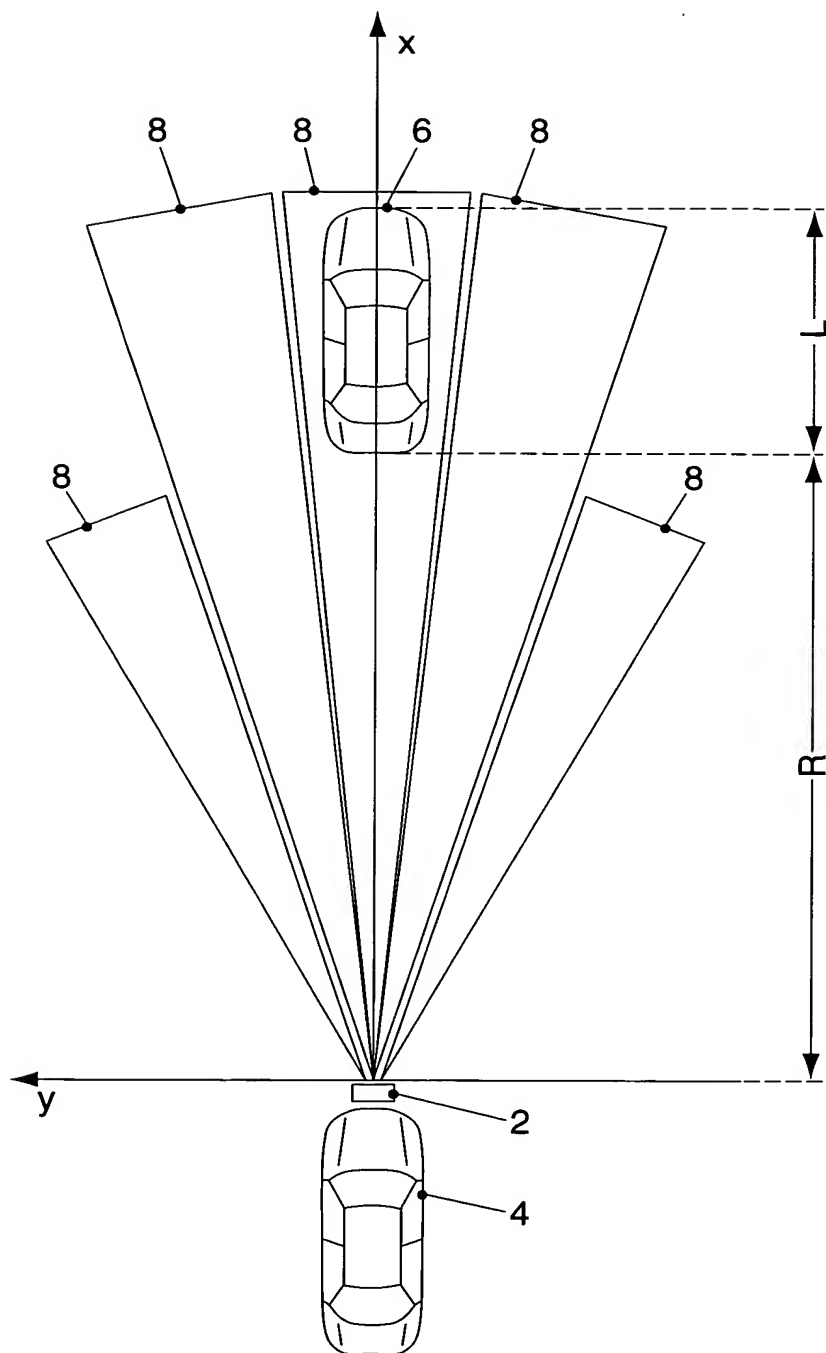


FIG. 2